

(11)特許出願公開番号

特開平6-295181

(43)公開日 平成6年(1994)10月21日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 K 11/04		7346-5H		
H 0 1 L 41/08				
H 0 3 H 9/02	M	7719-5 J		
9/17	F	7719-5 J		
		9274-4M		
			H 0 1 L 41/ 08	Z
		審査請求	未請求	発明の数 4
			FD (全 8 頁)	最終頁に続く

審査請求 未請求 発明の数 4 FD (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-24973

(22)出願日 平成6年(1994)1月28日

(31)優先権主張番号 011924

(32)優先日 1993年2月1日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 390009597

モトローラ・インコーポレイテッド

MOTOROLA INCORPORATED

アメリカ合衆国イリノイ州シャンバーグ、  
イースト・アルゴンクイン・ロード1303

(72)発明者 ローレンス・ノア・ドロスキー

アメリカ合衆国アリゾナ州スコッツデール、イースト・コチャイス・ドライブ9638

(72)発明者 ルク・チョウン・ポー・マン

アメリカ合衆国アリゾナ州フェニックス、  
イースト・オーワットキー3729

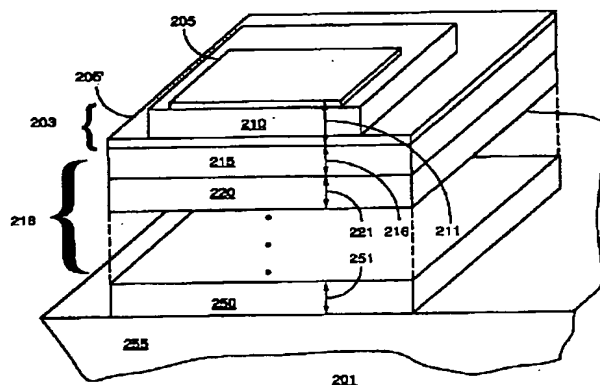
(74)代理人 弁理士 本城 雅則 (外1名)

(54)【発明の名称】 周波数選択構成要素

(57) 【要約】

【目的】 機械的に堅固な周波数選択構成要素（２０１、３０１）および周波数選択構成要素（２０１、３０１）を作成する方法を提供する。

【構成】 前記周波数選択構成要素（２０１，３０１）は、少なくとも第１面を有する基板（２５５）と、この基板（２５５）に結合された音響インピーダンス変換器（２１８）とを含む。前記音響インピーダンス変換器（２１８）は、基板（２５５）の音響インピーダンスを第２音響インピーダンスに変換する。周波数選択構成要素（２０１，３０１）は、更に、前記音響インピーダンス変換器（２１８）上に配置された機械式共振子（２０３，３０１）を含む。前記周波数選択構成要素（２０１，３０１）は、周波数選択機能を設けるものである。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】周波数選択構成要素(201, 301)であって：第1面を有する基板(255)；前記基板(255)に結合され、前記基板(255)の音響インピーダンスを第2音響インピーダンスに変換する音響インピーダンス変換手段(218)；および前記音響インピーダンス変換手段(218)上に配置され、周波数選択機能を設ける音響共振手段(203, 301)、から成ることを特徴とする周波数選択構成要素。

【請求項2】音響共振器(201, 301)を作成する方法であって：

(a) 第1音響インピーダンスを有する基板材料(255)を用意するステップ；

(b) 前記基板材料(255)上に音響反射器(218)を配置するステップ；および

(c) 第1音響波長の1/4の厚さ(211；320；310')の圧電共振子(201, 301)を、前記音響反射器(218)に結合するステップ、から成ることを特徴とする方法。

【請求項3】多層音響反射器(218)であって：

(a) 第1音響インピーダンスを有し、第1周波数における音響波長の1/4の厚さ(251)を含む第1層(250)；

(b) 前記第1音響インピーダンスより大きな第2音響インピーダンスを有し、前記第1周波数における音響周波数の1/4の厚さ(221)を含み、前記第1層(250)上に配置された第2層(220)、から成り、低音響インピーダンスを高音響インピーダンスに変換することを特徴とする前記多層音響反射器(218)。

【請求項4】無線周波数装置(890)において、音響共振器(201, 301)が：少なくとも第1面を有する基板(255)；前記基板(255)に結合され、前記基板(255)の音響インピーダンスを第2音響インピーダンスに変換する、音響インピーダンス変換器(218)；および前記音響インピーダンス変換器(218)上に配置され、音響波長の1/4の厚さ(211；320；320')を有し、周波数選択機能を備えた、音響共振器(201, 301)、から成ることを特徴とする無線周波数装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、一般的に微小加工された(microfabricated)周波数選択構成要素に関し、特に音響周波数選択素子、更に特定すれば薄膜型音響共振素子に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】周波数選択構成要素は、安定した周波数信号や、周波数ダイバーシティに基づいて信号間の判別を行う能力を必要とする、多くの電子製品にとって重要なものである。これらの機能は、トランジスタ、ダイオ

2

ード等の微小電子構成要素と共に、モノリシック形状で信頼性が高くしかも再現性よく実現するのは困難である。

【0003】周波数選択機能を実現するための1つの手法は、1次元以上で振動を可能とされた質量(例えば、ふりこ)を用いることである。このような質量は、従来、例えば周囲或いは一縁部または端部のような重要な点で支持され、共振構造を形成する薄膜として、実現されてきた。このような構造は、機械的共振を明確に規定できるので、例えば発振回路におけるフィルタや周波数安定化フィードバック要素としての実用性は、重要である。

【0004】以前の薄膜共振器の重大な欠点は、自立薄膜メンブレン(free-standing thin film membrane)の作成を必要とすることである。典型的に、この作成は、犠牲層を形成し、その後薄膜メンブレンを付着させることによって行われる。犠牲層は、次に選択的に除去され、自己支持型薄膜層が残る。

【0005】これとは別に、薄膜層を付着させた基板材料を、背面側からエッチングして、メンブレンの下面にまで達する開口を設ける方法がある。これは、例えば、半導体材料のドーピングに感応するエッチング速度を有するエッチング液を用い、バルクの場合とは異なるドーピングを有する材料の表面層と合わせて用いることによって、達成することができる。その他の選択可能な方法には、組成および/または結晶(crystallography)形状、または配向が異なる、単一または複数の表面層を用いて、エッチングまたは他の処理に続いて薄膜層を形成し、その直下にある材料を幾分選択的に除去することが含まれる。数々のこのような技術は、G.R. Kline et al.の米国特許第4, 556, 812号、“Acoustic Resonator With Al Electrode On An AlN Layer And Using a GaAs Substrate”(1985年12月3日)、G. Dillの米国特許第3, 313, 959号、“Thin Film Resonance Device”(1967年4月11日)、T. Inoue et al.の米国特許第4, 456, 850号、“Piezoelectric Composite Thin Film Resonator”(1984年6月26日)、G. R. Kline et al.の米国特許第4, 502, 932号、“Acoustic Resonator And Method Of Making Same”(1985年3月5日)、Wanget al.の米国特許第4, 460, 756号、“Method Of Making A Piezoelectric Shear Wave Resonator”(1987年、2月3日)、H. Suzuki et al.の米国特許第4, 642, 508号、“Piezoelectric Resonating Device”(1987年2月10日)、J.S. Wang et al.の米国特許第4, 719, 383号、“Piezoelectric Shear Wave Resonator And Method Of Making Same”(1988年1月12日)、S. D. Brayman et al.の米国特許第5, 011, 568号、“Use Of Sol-Gel Derived Tant alum Oxide As A Protective Coating For Etching Si

3

licon” (1991年4月30日)、R. J. Weber et al. の米国特許第5, 075, 641号、“High Frequency Oscillator Comprising Thin Film Resonator And Active Device”、および E. A. Mariani et al. の米国特許第5, 162, 691号、“Cantilevered Air-Gap Type Thin Film Piezoelectric Resonator” (1992年11月10日)に記載されており、これらの特許をここに参照として組み入れる。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ある別の手法は、隣接する構造と容量的に結合された、片持ち梁状ビームの形成 (例えば、このビームの下に配置された導体) を必要とする。このビームは自由に振動し、1つ以上の共振周波数を有する。これらの手法の欠点には、自立 (free-standing) 構造を必要とすること、およびビームが隣接構造と接触する場合または接触する時に、ビームがそれに接着する可能性があることが含まれる。

【0007】また、犠牲層および/または下層にある基板材料を除去する必要性があるため、製造の容易性が制限されると共に、外部から加えられる力に対して過度に脆弱な構造となってしまう。これらの因子は、製造歩留りを低下させ、更に完成後の共振器構成要素の堅牢性も低下させるように作用する。

【0008】したがって、堅固な機械的支持部を有し周波数選択特性を備えた薄膜共振器を提供する装置、およびこの装置を形成する方法が、必要とされている。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】前述の問題を解決するために、少なくとも第1面を有する基板と、この基板に結合されている音響インピーダンス変換器と、該音響インピーダンス変換器上に配置された音響共振器とから成る、新規で改良された装置が提供される。前記音響インピーダンス変換器は、前記基板の音響インピーダンスを第2音響インピーダンスに変換する。前記音響共振器は、周波数選択機能を与える。

【0010】好適実施例では、前記音響共振器は、前記音響インピーダンス変換器上の第1電極と、該第1電極上の圧電材料の第1層と、該圧電材料の第1層上の第2電極とを含むことが望ましいが、これは必須ではない。圧電材料の第2層が前記第2電極上にあり、第3電極が前記圧電材料の第2層上にある。前記第1、第2および第3電極は、それぞれ第1、第2および第3電氣的接点となる。これら第1、第2および第3電極と、前記圧電材料の第1および第2層とは、音響波長の1/4の結合長を有する。

【0011】音響反射器が、第1音響インピーダンスを有する第1層と、前記第1音響インピーダンスより大きな第2音響インピーダンスを有する第2層とを含むことによって、実現されることが望ましい。前記第1および第2層は、前記第1周波数において音響波長の1/4の

4

厚さを有する。前記音響反射器は、低い音響インピーダンスを、高い音響インピーダンスに変換する。

【0012】本発明は、更に音響共振器を作成する方法も提供する。この方法は、第1音響インピーダンスを有する基板材料を用意するステップ、音響反射器を前記基板材料上に配置するステップ、および第1音響波長の1/4の厚さの圧電共振子を前記音響反射器に結合するステップから成る。

【0013】前記方法は、第2音響インピーダンスを有する複数の第1層を、前記基板材料上に配置するステップを含むことが望ましいが、必須ではない。前記複数の第1層は、各々厚さが前記第1音響波長の1/4である。また、前記方法は、第3音響インピーダンスを有する複数の第2層を前記基板材料上に配置するステップを含むことが望ましいが、必須ではない。前記複数の第2層は、各々厚さが前記第1音響波長の1/4である。前記第2および第3音響インピーダンスは互いに等しいものではない。

【0014】前記方法は、第1電極を前記音響反射器に結合するステップ、圧電材料層を前記第1電極に結合するステップ、および前記圧電材料層に第2電極を結合するステップを含むことが望ましいが、必須ではない。前記第1電極、圧電材料層、および第2電極は、前記第1音響波長の1/4の結合長を有する。

【0015】他の好適実施例では、前記方法は、第1電極を前記音響反射器に結合するステップ、圧電材料層を前記第1電極に結合するステップ、第2電極を前記圧電材料層に結合するステップ、第2圧電層を前記第2電極に結合するステップ、および第3電極を前記第2圧電層に結合するステップを含むことが望ましいが、必須ではない。

#### 【0016】

【実施例】本発明は、添付した特許請求の範囲において、特に開示されている。しかしながら、本発明のより完全な理解は、詳細な説明および特許請求の範囲を参照し、全ての図において同様な参照番号が同様の要素を示す図面に基づいてそれらを考慮することによって、得ることができよう。

【0017】図1は、音響共振器15の側断面を示す。音響共振器15は、基板110と、電極157、159ならびに厚さ152を有する圧電層150とから成る。厚さ152は、典型的に、音響波長の半分またはその奇数倍が選択される。

【0018】基板110は、圧電層150と電極157、159、およびトランジスタ、ダイオード、コンデンサ、抵抗器等のような、大きめの微小電子素子の一部として含まれる補助的構成要素 (図せず) のための機械的支持として機能する。基板110は、半導体材料 (単数または複数) から成るか、或いはそれと互換性があると都合がよい (例えば、サファイア上のシリコン、

5

ガラス上の硫化カドミウム等)。現在特に関心のある半導体材料には、ダイヤモンド、シリコン、ゲルマニウム、ガリウムヒ素、燐化インディウム等のようなⅢⅠⅠ-V属の材料、硫化カドミウム、酸化鉛(zinc oxide)等のようなⅢⅠⅠ-V属の材料、例えばSixGe1-x, AlxGa1-xAs, InxA11-xPのような合金が含まれるが、これらに限定するという意味ではない。立方体状半導体(例えば、Si, Ge, GaAs等)は、多くの場合{100}表面を有するウエハとして用意される。例えば、その表面は研磨されるか、そうでなければ半導体素子の基板として用いるために用意される。他の有益な配向は、{1\*

$$V_a = (c/\rho)^{0.5}$$

音響反射係数 $\Gamma_z$ の成分が、音響インピーダンスの不整合から生じ(例えば異なる媒体間の界面において)、公知のインピーダンス不整合反射係数式と同様に示される。

$$\Gamma_z = (Z_t - Z_0) / (Z_0 + Z_t) \quad (3)$$

ここで、 $Z_t$ は、終端インピーダンス(terminating impedance)、 $Z_0$ は伝送媒体の特徴インピーダンスを表わす。したがって、自由表面は、過度に低いインピーダンスに対応し、-1の反射係数を与える。一方有限密度および/または剛性を有する表面は、+1の反射係数を与える。自由表面は、高インピーダンス表面が粒子の運動を「締め付ける(clamp)」間、粒子の運動を許す。したがって、高インピーダンス終端(termination)の例は、剛性があり密度の高い物質(例えば、タンゲステン)から成り、一方低インピーダンス終端は低剛性および低質量密度(mass density)(例えばシリコンゴム、空気など)を有する物質である。

【0021】図2は、本発明による音響共振器201の、簡素化した等幅図である。音響共振器201は、音響反射器218の上に配置された1/4波長共振器203を含み、音響反射器218は基板255上に配置される。

【0022】1/4波長共振器203は、圧電層210の各側に電極205、205'を備えている。電極205、205'および圧電層210は厚さ211を有し、音響反射器218上にある。

【0023】音響反射器218は、複数の材料層を含む。ここでは、それらを、厚さ216を有する層215、厚さ221を有する層220、厚さ251を有する層250として表わす。層220、250間に配されている他の層を、楕円で示す。層250は、基板110(図1)に類似する基板255上に配置される。

【0024】音響反射器218の層215、220...250は、各々音響波長の1/4に等しい厚さ216、221...251を有するように選択されると共に、異なる音響インピーダンスを有し、好適実施例では音響反射器218が高および低音響インピーダンス材料層を交互に含むように、選択される(例えば、基板

6

\*10} および{111}面を含む。

【0019】半導体基板は、多くの場合ある程度「誤配向(misoriented)」されて用意され、半導体素子製造過程に関連する問題を回避するようにしている。共振器構造の特定の細部によっては、これはその上に作成される音響共振器の詳細設計についての考慮を必要とすることがある。

【0020】音響インピーダンス $Z_a$ は、質量の密度および剛度と共に変化し、次の式で表わされる。

$$Z_a = (\rho * c)^{0.5} \quad (1)$$

一方、音響速度 $V_a$ は次の式にしたがって変化する。

$$(2)$$

255より高い音響インピーダンスを有する層250)。したがって、音響反射器218は、フェランチ効果(Ferranti effect)を呈する。これによって、音響反射器218が奇数の層215、220、250...で構成される時は、音響反射器218のような伝送線の第1端部における低インピーダンス(例えば、基板255のインピーダンス)が、第2端部(例えば、隣接する電極205')において高インピーダンスに変換される。これは、W. E. Newellの"Face-Mounted Piezoelectric Resonators"という論文(Proceedings of the IEEE, p. 575 ~581, June 1965)において論じられており、これを参照のためにここに組み入れる。

【0025】本出願人は、音響反射器218が低音響インピーダンスを有する材料(例えば、基板255)の上に位置し、かつ音響反射器218が各々音響波長の1/4の長さを有する奇数の層から成る時、高インピーダンスをもたらすために音響反射器218を有用に用い得ることを発見した。音響反射器218がもたらす効果的なインピーダンスは、第1、第3、第5等の層(例えば、層250、215)が高音響インピーダンスを有し、かつ第2、第4、第6等の層(例えば、層220)が低音響インピーダンスを有する時に増加する。

【0026】図2では、音響反射器218は一連の1/4波長部分から成るものとして表わされているが、インピーダンス変換は、多くの異なる技術によって実現できることを、当業者は認めるであろう。例えば、テーパ状のインピーダンス媒体(例えば、対数的/双曲線的/または特別に作成したインピーダンス概略(profile)を有用に用いることができる)を最適化して高インピーダンスをもたらすか、或いは長さ(厚さ)を縮小して所与のインピーダンス変換を行う等、公知の原理、または例えばL. N. DworskyによるModern Transmission Line Theory and Applications (John Wiley and Sons、ニューヨーク、1979年)の第2章および引用文献において論じられた原理にしたがった技術によって実現できるが、これらに限定されることは意図していない。音響インピーダンスをテーパ状に形成するには、例えば、基板255に最も近接する端部から共振器203に最も近

接する端部まで、音響反射器218の組成を変えればよい。このような組成変化は、複数の目標から連続的にスパッタリングを行い、各目標上でのドウェル時間(dwell time)を変化させることによって、または薄い材料層を付着し、各材料の連続層の数をえることによって、或いは当技術において公知の他の多数の技術によって、有効に実現される。

【0027】本出願人は、更に、音響反射器218がその一端において高音響インピーダンスをもたらす時は、当該一端に配置され電極205'、205を含む音響共振器および圧電材料210の厚さが、音響波長の1/4となると有益であることも発見した。これは、音響共振器の下表面が締め付けられているために可能となる。

【0028】図3は、本発明の第1好適実施例による、音響共振器301の簡素化した等幅図である。音響共振器301は、音響共振器203(図2)と類似しており、圧電層310の各側に電極305、305"を含むと共に、圧電層310'の各側にも電極305'、305'を含む。圧電層310、310'は、それぞれ厚さ320、320'を有し、この厚さ320、320'は、電極305、305'、305"の厚さを含む。厚さ320、320'全体で、本発明の第1好適実施例における音響波長の1/4の厚さとなる。電極305'は、電極205'(図2)に対応し、例えば、本発明の第1好適実施例の218(図2)のような音響反射器上\*

材料	C33	$\rho$	Va	Zo/A
ZnO	2.31	5670	6388	3.62
SiO2	0.79	2200	5973	1.31
GaAs	1.12	5300	4597	2.44
Al	1.11	2700	6300	1.72
W	5.81	18400	5450	10.1

表1 代表的な材料の音響特性

この他の材料の特性は、特に(among other places)、N T I Sおよび/またはD T I Cから入手可能な、A. Slobodnik et al.による、「Microwave Acoustics Handbook: Volume 1A. Surface Wave Velocities」と題された、Air Force Cambridge Research Laboratories Report AFCRL-TR-73-0597、およびこれに関連する巻、のような種々の情報源において得られる。これ以上の情報も、V. Risticによる、「Principles of Acoustic Devices」、ならびにB. Auldによる「Acoustic Fields and Waves in Solids」、第1および第2巻において見いだされる。

【0030】電極305、305'、305"(図3)は、音響共振器301への電気的接続を行う。例えば、電極305、305"は、関連する動キャパシタンス(motional capacitance)  $C_{m1}$ を有する入力電気ポートを備え、一方電極305'、305'は、関連する運動容量  $C_{m2}$ を有する出力電気ポートを備えてもよい。動キャパシタンス  $C_m$ は、電気機械的結合係数  $K_2$ によって、静電

\*に配置される。

【0029】圧電層310、310'(図3)および210(図2)は、例えば、AlN、ZnO、CdS等のような、許容し得る電気機械的結合係数を有する圧電(または電気歪み(electrostrictive))材料から成ることが望ましい。電極305、305'、305"(図3)、および205、205'(図2)は、低音響損失および好ましい導電特性を有する金属材料(例えば、アルミニウムまたはアルミニウム合金)の薄い層で構成されることが望ましい。反射器218(図2)は、ガラスのような音響伝搬損失が低い材料による複数の層で構成されることが望ましい。反射器218は、複数の金属層として実現するのが好都合であるが、そのような構成が、例えば電極205'(図2)または305'の接触を容易にすると共に、金属膜は最近の微小加工設備における製造およびパターンニングに好都合であるからである。数種類の代表的な材料の縦音響特性(longitudinal acoustic properties)を、下の表1にまとめた。比較可能な剪断特性を採用して、剪断振動モードを用いる共振器をモデル化する。表1では、剛度  $C_{33}$ を1011で除算して( $N/m^2$ )で表わし、密度  $\rho$ をキログラム/ $m^3$ で表わし、縦波の音速  $V_a$ をメートル/秒で表わし、単位領域当たりの音響インピーダンス  $Z_o/A$ を107で除算して( $ワット/m^2/(m/s)^2$ )で表わしてある。

容量  $C_0$ と関係付けられている。即ち、 $C_m/C_0 = 8K^2/\pi^2$ と表わされる。音響共振器のモデリングの詳細な説明は、V. E. Bottom による「Introduction to Quartz Crystal Unit Design」(Van Nostrand Reinhold Company: ニューヨーク、1982)に見られる。

【0031】図4は、本発明の第1好適実施例による、共振器構造301(図3)の第1および第2部分の相対的動キャパシタンス( $C_{m1}$ 、 $C_{m2}$ )と、共振器全体の厚さに対する第1共振要素の厚さの比  $f$  との関係を図示したものである。

【0032】本例では、電極305、305"間で測定された動キャパシタンス  $C_{m1}$ は、厚さ310を全体の厚さ  $310 + 310'$ と比較した(によって除算した)場合に得られる分数  $f$  に対して、図4の曲線405によって示されるように変化する。一方、電極305'、305'間で測定された動キャパシタンス  $C_{m2}$ は、厚さ310'が波長の1/4から厚さ310を減じたものである場合の曲線410のように、( $f$ に対して)変化する。

【0033】本発明の好適実施例では、本出願人は、分数  $f$  が望ましくは約  $f \propto 0.77$  で、 $Cm1 \propto Cm2$  となる時に、最適な性能が得られることを発見した。「 $\infty$ 」は：ほぼ等しいことを意味する。 $Cm1 \neq Cm2$  となるように分数  $f$  を選択すると、結果的に共振器外部にインダクタが必要となる。インダクタおよびそれに伴う損失を含むことにより、蓄積されたエネルギーの失われたエネルギーに対する比率 ( $Q$ ) が低下し、フィルタ損失およびフットプリント (footprint) が増加すると共に、フィルタの設計、構造および用法が複雑化することになる。例えば、分数  $f$  は、約  $0.77$  の  $25\%$  以内の時有益であり、約  $0.77$  の  $10\%$  以内が望ましく、約  $0.77$  の  $5\%$  が好ましい。

【0034】図5は、本発明の第1好適実施例による、図3の共振器構造の第1および第2部分に対する相対的静電分路容量と先に定義した分数  $f$  (図4) との関係を示すグラフである。図5において、曲線505は曲線405に対応し、曲線510は曲線410に対応する。 $f = 0.77$  を選択すると、約  $2.5:1$  の容量比が得られる。したがって、入力  $A1B1$ —出力  $A2B2$ —というトポロジー (topology) を有する縦属接続された共振器を内蔵するフィルタは、非対称的な (即ち、異なる) 入力および出力電気的インピーダンスを有することになる。ここで  $A$  および  $B$  は、例えば、先の例の入力電気ポートおよび出力電気ポートにそれぞれ対応し、添字1および2は第1および第2共振器にそれぞれ対応する。同様の入力および出力電気的インピーダンスを有することが望ましい用途においては、例えば、入力  $A1B1$ — $B2A2$ —出力のようなトポロジーを用いればよい。

#### 具体例

図6は、本発明による音響共振器の応答の測定結果を表わす線分を含む。図6の軸は、送信信号の強度 (縦軸、 $0.5 \sim 0.8$ ) 対ギガヘルツで表わした周波数 (横軸、 $0.6 \sim 2.2$  GHz) に、調整されている。線分610は、1ギガヘルツより僅かに高い周波数に厳格に規定された共振を示す。

【0035】応答の測定結果610は、図2の構造と一致する共振器から取られたもので、ここで、厚さ  $0.76$  マイクロメートルの  $W$  の3層 (層250、215に対応する) 間に、厚さ  $0.88$  マイクロメートルの  $Al$  の2層 (層220に対応する) が挿入されて、 $GaAs$  基板 (基板255に対応する) 上に、音響反射器 (音響反射器218に対応する) を形成する。これらの層に  $W$  および  $Al$  が選択されたのは、これらはかなりの音響インピーダンス比を得ることができ (先の表1を参照)、電気的接触が容易であり、しかも製造に都合がよいからである。厚さ  $0.84$  マイクロメートルの  $ZnO$  層 (圧電層210に対応する) が、音響反射器上に配置される。線分610において示される共振の周波数および先にあげた厚さは、表1の縦特性に関連して、この構造につい

て観察される共振が、縦モードよりはむしろ剪断モードに対応することを示唆している。縦モードは、上述の寸法および表1の物理的特性によれば、約  $1.8$  GHz の共振周波数を有することが、予測される。

【0036】窒化シリコンの薄膜 (約  $1000$  オングストローム) を、最上部の  $W$  層上および  $ZnO$  層上に、プラズマ強化化学蒸着法で付着させ、実験的共振器構造の種々の部分をパターンニングするのに用いられたエッチング液から、それらの層を保護する。例えば、 $ZnO$  層は、 $HNO_3:HCl:H_2O$  (体積比  $3:1:4$ ) を用いてエッチングするが、このエッチング液は、 $W$ 、 $Al$  および/または  $GaAs$  を侵食するので、基礎となる窒化シリコン層によってこのような侵食から保護する。 $W$  および  $Al$  層のパターンニングには、微細加工技術において公知のエッチング液が用いられる。

【0037】図7は、本発明による上述の音響フィルタの、無線周波数回路890における有益な使用法を示す、簡素化された概略図である。無線周波数回路890は、任意のダイプレクサ892からの信号を送出或いは受診するアンテナ891を備える。(ダイプレクサは、使用時に、送信機に結合される。) ダイプレクサ892は、入来する信号をフィルタ893に送る。フィルタ893は、得られる帯域制限された信号を増幅器894に渡す。増幅器894からの信号は、別の帯域制限フィルタ895を通して、ミキサ896に達する。ミキサ896は、局所発振器897からの信号も、帯域制限フィルタ898を通じて受信する。ミキサ896からの混合信号は、帯域制限フィルタ899を通過し、ここで局所発振器信号が除去されて、結果的に得られた信号が出力800を通じて受信機のIFに送られる。

【0038】フィルタ893、895、898および/または899は、ここに記載したタイプの薄膜共振フィルタであり、本発明の構造および方法にしたがって作成されることが有利であるが、特定の所望機能にしたがって周波数またはその他の特性が変化するようなフィルタでもよい。例えば、フィルタ893は、受信機が処理対象とする帯域以外の入力RF周波数を除去する。これは、セルラ電話機およびページングの用途等で頻繁に必要とされるような狭域受信機には、特に有用である。加えて、局所発振器897は、周波数安定化要素のために、本発明による薄膜共振器を用いてもよい。

【0039】フィルタ895は、フィルタ893と同一のあるいは異なる通過帯域を有することができ、増幅器894によって発生されたいかなる望ましくない高調波、或いはフィルタ893によって除去されないその他の帯域外信号をも除去する。フィルタ898は、LO周波数を通過させ、望ましくないその高調波を遮断することが好ましい。フィルタ899は、ミキサ896によって生成される周波数の和または差を通過させ、局所発振器および入力RF周波数を阻止することが好ましい。こ

11

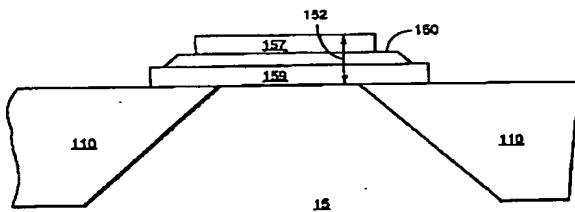
れは、通常出力800と接合されている、IF増幅器の入力段の飽和を避けるためには重要である。このように、本発明の薄膜共振フィルタの改善された特性の結果として、電子装置、特に無線機の特性が改善されることになる。

【0040】以上、特定の問題を克服し、従来技術の方法および機構に関して利点をもたらす、薄膜共振器および方法を説明した。本発明による公知の技術に対する改善は絶大である。従来技術の手法に伴う費用、複雑性、大きなサイズ、および疑似応答が回避される。

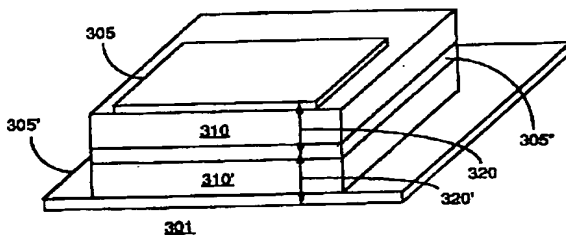
【0041】上述の特定実施例の説明は、本発明の全体的な性質を十分明らかにするので、他の者は現在の知識を応用することによって、全体的な概念から逸脱することなく、先の特実実施例を容易に改変および／または種々の用途に適用させることができよう。したがって、このような適用および改変は、開示された実施例の均等物の意味および範囲内のものと解釈すべきであり、そのように意図するものである。

【0042】ここで用いた文章および用語は、説明のためであり、限定のためのものではないことを理解すべきである。したがって、本発明は、その特許請求の範囲の精神および広範な範囲に該当する全ての代替、改造、均等および変更を含むことを意図するものである。

【図1】



【図3】



12

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術による音響共振器の簡素化した側断面図。

【図2】本発明による音響共振器の簡素化した等幅図。

【図3】本発明の第1好適実施例による、音響共振器の簡素化した等幅図。

【図4】本発明の第1好適実施例による、図3の共振器構造の第1および第2部分についての、相対的動キャパシタンスを示すグラフ。

10 【図5】本発明の第1好適実施例による、図3の共振器構造の第1および第2部分についての、相対的静電分路容量を示すグラフ。

【図6】本発明による音響共振器からの応答の測定値を示すグラフ。

【図7】本発明による音響波フィルタを含む無線周波数装置の一部を示す、簡素化した概略図。

【符号の説明】

201, 301 音響共振器

218 音響反射器

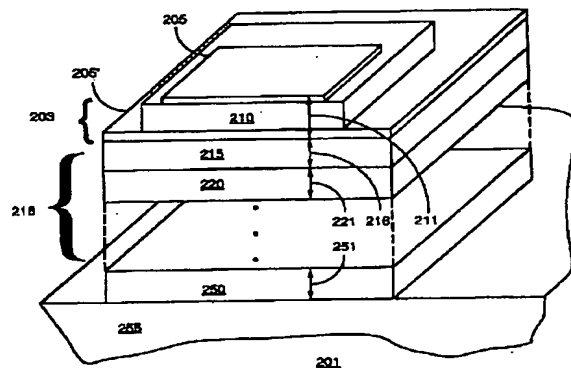
20 203 1/4波長共振器

255 基板

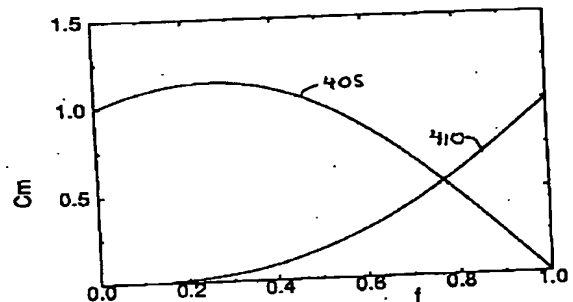
210 圧電層

205, 205' 電極

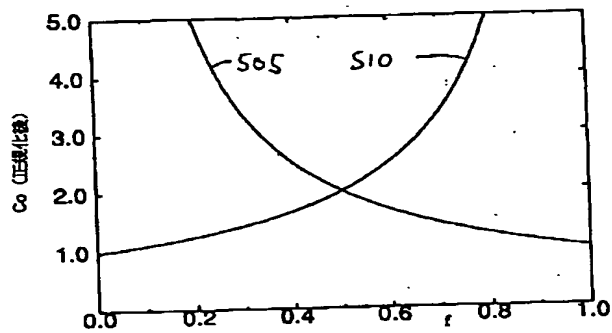
【図2】



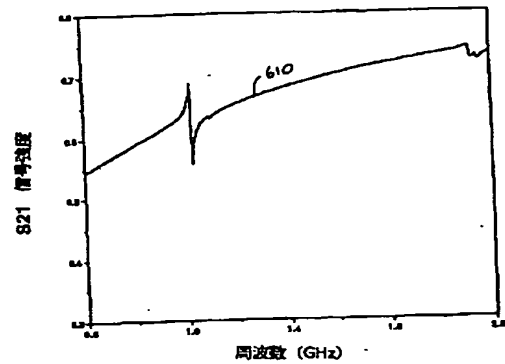
【図4】



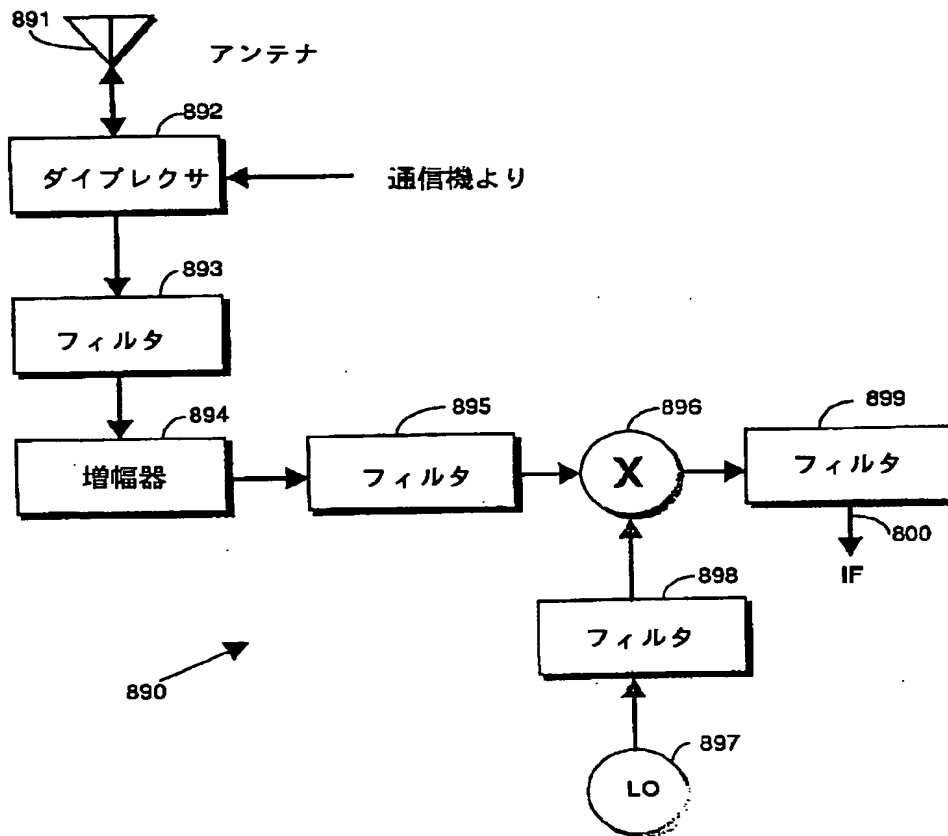
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

H 0 3 H 9/56

H 0 4 R 1/28

識別記号

3 1 0 Z

庁内整理番号

D 7719-5 J

F I

技術表示箇所